

#5

PFS NO=95306622 CC=JP

集合をクリックすると一覧を10件単位で表示します。

DN : JP A2 9123448 (1997/05/13)

## FAMILY MEMBERS

CC	PUBDAT	KD	DOC. NO.	CC	PR. DAT	YY	PR. NO.
JP	1997/05/13	A2	9123448	JP	1995/10/31	95	306622
EP	1997/03/12	A2	761447				
	DC : DE FR GB IT						
EP	1998/11/25	A3	761447				
	DC : DE FR GB IT						

+				JP	1995/09/05	95	251787
+EP	1997/03/12	A2	761447				
+	DC : DE FR GB IT						
+EP	1998/11/25	A3	761447				
+	DC : DE FR GB IT						
+JP	1998/03/03	A2	10058683				

+JP	1997/03/31	A2	9085950	JP	1995/09/22	95	269191
+EP	1997/03/12	A2	761447				
+	DC : DE FR GB IT						
+EP	1998/11/25	A3	761447				
+	DC : DE FR GB IT						

+JP	1997/04/15	A2	9099557	JP	1995/10/06	95	260587
+EP	1997/03/12	A2	761447				
+	DC : DE FR GB IT						
+EP	1998/11/25	A3	761447				
+	DC : DE FR GB IT						

+				JP	1996/06/10	96	170605
+EP	1997/03/12	A2	761447				
+	DC : DE FR GB IT						
+EP	1998/11/25	A3	761447				
+	DC : DE FR GB IT						
+JP	1998/03/03	A2	10058683				

AB : DWT.G97-156789

S1	IP	6
S2	P	4
S3	U	0

#5

Q61721-D0215011RJS

Welcome to DIALOG

?B 347

Sub account: Q61721/RJS

File 347:JAPIO Oct 1976-2000/Jul (UPDATED 001114)

(c) 2000 JPO & JAPIO

?E PN=JP 9123448

E1 1 PN=JP 9123446  
E2 1 PN=JP 9123447  
E3 1 \*PN=JP 9123448  
E4 1 PN=JP 9123449  
E5 1 PN=JP 9123450  
E6 1 PN=JP 9123451

?S E3

S2 1 PN="JP 9123448"

?T S2/9

2/9/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05508648 \*\*Image available\*\*

INK JET RECORDING HEAD AND MANUFACTURE THEREOF

PUB. NO.: 09-123448 JP 9123448 A]

PUBLISHED: May 13, 1997 (19970513)

INVENTOR(s): OKAZAWA NOBUAKI

NAKA TAKAHIRO

KITAHARA TSUYOSHI

APPLICANT(s): SEIKO EPSON CORP [000236] (A Japanese Company or Corporation)  
, JP (Japan)

APPL. NO.: 07-306622 [JP 95306622]

FILED: October 31, 1995 (19951031)

INTL CLASS: [6] B41J-002/045; B41J-002/055; B41J-002/16

JAPIO CLASS: 29.4 (PRECISION INSTRUMENTS -- Business Machines)

JAPIO KEYWORD: R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES); R105  
(INFORMATION PROCESSING -- Ink Jet Printers)

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To simplify a recording head suited to high-density printing by using a silicon single crystal substrate as a spacer component member.

SOLUTION: A pressure generating chamber 1 is formed as a depression by half-etching a silicon single crystal substrate 2, and a nozzle communicating hole 6 which connects the pressure producing chamber 1 and a nozzle opening 5 is formed as a through hole narrower than the pressure producing chamber 1, and the capacity of the pressure generating chamber 1 is made as small as possible, and connected to the nozzle opening 5 by the nozzle communicating hole 6 on the other side.

?LOGOFF

#5

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-123448

(43)公開日 平成9年(1997)5月13日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J	2/045		B 4 1 J	3/04
	2/055			1 0 3 A
	2/16			1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数25 F D (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平7-306622

(22)出願日 平成7年(1995)10月31日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 岡沢 宜昭

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 中 隆廣

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 北原 強

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

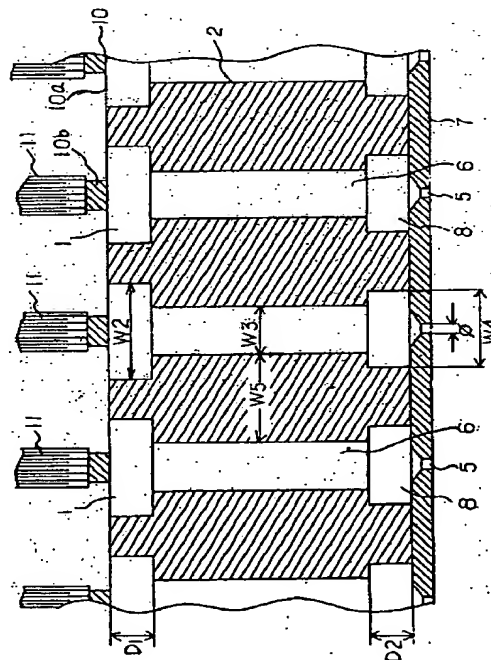
(74)代理人 弁理士 木村 勝彦 (外1名)

(54)【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド、及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 シリコン単結晶基板をスペーサ構成部材として高密度印刷に適した記録ヘッドを構成すること。

【解決手段】 圧力発生室1を凹部としてシリコン単結晶基板2のハーフエッチングにより、また圧力発生室1とノズル開口5とを接続するノズル連通孔6を圧力発生室1よりも幅が狭い貫通孔として形成し、圧力発生室1の容積を可及的に小さくしつつ、他面側のノズル開口5とノズル連通孔6により接続する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコン単結晶基板の異方性エッチングにより圧力発生室、インク供給口及び共通のインク室が形成されたスペースに、該スペースの一方の面に前記圧力発生室に一致したピッチでノズル開口が穿設されたノズルプレートと、他方の面に前記圧力発生室を膨張収縮させる振動板とを設けたインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室が前記シリコン単結晶基板のハーフエッチングによる凹部として形成され、また前記圧力発生室と前記ノズル開口とを接続するノズル連通孔が前記シリコン単結晶基板のフルエッチングにより前記圧力発生室よりも幅が狭い貫通孔として形成され、さらに前記共通のインク室が前記シリコン単結晶基板のフルエッチングによる貫通孔として形成されているインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 2】 シリコン単結晶基板の異方性エッチングにより圧力発生室、インク供給口及び共通のインク室が形成されたスペースに、該スペースの一方の面に前記圧力発生室に一致したピッチでノズル開口が穿設されたノズルプレートと、他方の面に前記圧力発生室を膨張収縮させる振動板とを設けたインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室が前記シリコン単結晶基板のハーフエッチングによる凹部として形成され、また前記圧力発生室と前記ノズル開口とを接続するノズル連通孔が前記シリコン単結晶基板のフルエッチングにより前記圧力発生室よりも幅が狭い貫通孔として形成され、さらに前記共通のインク室が前記シリコン単結晶基板の前記圧力発生室が形成される面にハーフエッチングによる凹部として形成されているインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 3】 シリコン単結晶基板の異方性エッチングにより圧力発生室、インク供給口及び共通のインク室が形成されたスペースに、該スペースの一方の面に前記圧力発生室に一致したピッチでノズル開口が穿設されたノズルプレートと、他方の面に前記圧力発生室を膨張収縮させる振動板とを設けたインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室が前記シリコン単結晶基板のハーフエッチングによる凹部として形成され、また前記圧力発生室と前記ノズル開口とを接続するノズル連通孔が前記シリコン単結晶基板のフルエッチングにより前記圧力発生室よりも幅が狭い貫通孔として形成され、さらに前記共通のインク室が前記シリコン単結晶基板の両面に 2 つに分離されたハーフエッチングによる凹部として形成され、かつ貫通孔からなる接続孔により接続されているインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 4】 前記ノズル連通孔が前記シリコン単結晶基板の前記ノズル開口側に形成された凹部を介して前記共通のインク室に連通されている請求項 1、2、3 に記

載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 5】 前記ノズル開口に対向する前記シリコン単結晶基板の領域に、前記ノズル開口よりも面積が大きな凹部が形成されている請求項 1、2、3 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 6】 前記ノズル開口に対向する前記シリコン単結晶基板の領域に、前記ノズル開口及びノズル連通孔の幅よりも幅が広く、かつ前記圧力発生室の幅よりも小さく、かつ深さが前記圧力発生室の凹部と同一である凹部が形成されている請求項 1、2、3 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 7】 前記ノズル開口に対向する凹部が前記共通のインク室に連通するように延長されている請求項 5、6 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 8】 前記共通のインク室を構成する凹部が前記圧力発生室をなす凹部と同一の深さとして形成されている請求項 2、3 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 9】 前記ノズル開口側に形成される共通のインク室を構成する凹部と、前記ノズル開口に対向する凹部とが同一の深さに形成されている請求項 3 のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 10】 前記ノズル連通孔を隔てる壁の厚みが前記連通孔の幅よりも大きく選択されている請求項 1、2、3 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 11】 前記ノズル連通孔の幅が  $70\mu\text{m}$  以下で、また前記ハーフエッチングにより形成された凹部の深さが  $60\mu\text{m}$  以下である請求項 1、2、3 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 12】 前記ノズル連通孔の幅が  $70\mu\text{m}$  以下で、また前記ハーフエッチングにより形成された凹部の深さが  $60\mu\text{m}$  以下で、さらに前記ノズル連通孔を隔てる壁の厚みが  $70\mu\text{m}$  以上である請求項 1、2、3 に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 13】 シリコン単結晶基板の異方性エッチングにより圧力発生室、インク供給口及び共通のインク室が形成されたスペースに、該スペースの一方の面に前記圧力発生室に一致したピッチでノズル開口が穿設されたノズルプレートと、他方の面に前記圧力発生室を膨張収縮させる振動板とを設けたインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室が前記シリコン単結晶基板のハーフエッチングにより凹部として形成され、また前記圧力発生室と前記ノズル開口とを接続するノズル連通孔が前記シリコン単結晶基板のフルエッチングにより前記圧力発生室よりも幅が狭く、かつ一方の壁が前記圧力発生室を区画する壁に一致するとともに前記ノズル開口と対向する領域で前記圧力発生室と同一の幅を備えた貫通孔として形成され、さらに前記共通のインク室がフルエッチングによる貫通孔として形成されているインクジェット式記録

ヘッド。

【請求項14】 シリコン単結晶基板の異方性エッチングにより圧力発生室、インク供給口及び共通のインク室が形成されたスペースに、該スペースの一方の面に前記圧力発生室に一致したピッチでノズル開口が穿設されたノズルプレートと、他方の面に前記圧力発生室を膨張収縮させる振動板とを設けたインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室が前記シリコン単結晶基板のハーフエッチングにより凹部として形成され、また前記圧力発生室と前記ノズル開口とを接続するノズル連通孔が前記シリコン単結晶基板のフルエッチングにより前記圧力発生室よりも幅が狭く、かつ一方の壁が前記圧力発生室を区画する壁に一致するとともに前記ノズル開口と対向する領域で前記圧力発生室と同一の幅を備えた貫通孔として形成され、さらに前記共通のインク室が前記シリコン単結晶基板の前記圧力発生室が形成される面にハーフエッチングによる凹部として形成されているインクジェット式記録ヘッド。

【請求項15】 シリコン単結晶基板の異方性エッチングにより圧力発生室、インク供給口及び共通のインク室が形成されたスペースに、該スペースの一方の面に前記圧力発生室に一致したピッチでノズル開口が穿設されたノズルプレートと、他方の面に前記圧力発生室を膨張収縮させる振動板とを設けたインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧力発生室が前記シリコン単結晶基板のハーフエッチングにより凹部として形成され、また前記圧力発生室と前記ノズル開口とを接続するノズル連通孔が前記シリコン単結晶基板のフルエッチングにより前記圧力発生室よりも幅が狭く、かつ一方の壁が前記圧力発生室を区画する壁に一致するとともに前記ノズル開口と対向する領域で前記圧力発生室と同一の幅を備えた貫通孔として形成され、さらに前記共通のインク室が前記シリコン単結晶基板の両面に2つに分離されたハーフエッチングによる凹部として形成され、かつ貫通孔からなる接続孔により接続されているインクジェット式記録ヘッド。

【請求項16】 前記共通のインク室を構成する凹部が前記圧力発生室をなす凹部と同一の深さとして形成されている請求項14、15に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項17】 前記ノズル連通孔と前記共通のインク室が、前記スペースのノズル開口側に形成された凹部により連通されている請求項13、14、15に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項18】 前記ノズル連通孔を隔てる壁の厚みが前記連通孔の幅よりも大きく選択されている請求項13、14、15に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項19】 前記ノズル連通孔の幅が70μm以下で、また前記ハーフエッチングにより形成された凹部の

深さが60μm以下である請求項13、14、15に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項20】 前記ノズル連通孔の幅が70μm以下で、また前記ハーフエッチングにより形成された凹部の深さが60μm以下で、さらに前記ノズル連通孔を隔てる壁の厚みが70μm以上である請求項13、14、15に記載のインクジェット式記録ヘッド。

【請求項21】 圧力発生室とノズル開口とを接続するノズル連通孔、及び共通のインク室となる貫通孔をシリコン単結晶基板の両面からの異方性エッチングにより形成する第1工程と、前記貫通孔形成後に圧力発生室となる凹部を前記シリコン単結晶基板の一方の面からハーフエッチングにより形成する第2工程と、前記工程により貫通孔、及び凹部が形成されたシリコン単結晶基板の圧力発生室となる凹部側に振動板を、また他方の面にノズルプレートを固定する第3工程とからなるインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項22】 圧力発生室とノズル開口とを接続するノズル連通孔、及び共通のインク室となる貫通孔をシリコン単結晶基板の両面からの異方性エッチングにより形成する第1工程と、前記貫通孔形成後に圧力発生室となる凹部を前記シリコン単結晶基板の一方の面からハーフエッチングにより形成する第2工程と、前記ノズル開口に対向する面にハーフエッチングにより接続用の凹部を形成する第3工程と、前記工程により貫通孔、及び凹部が形成されたシリコン単結晶基板の圧力発生室となる凹部側に振動板を、また他方の面にノズルプレートを固定する第4工程とからなるインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項23】 圧力発生室とノズル開口とを接続するノズル連通孔、及び共通のインク室となる貫通孔をシリコン単結晶基板の両面からの異方性エッチングにより形成する第1工程と、前記貫通孔形成後に圧力発生室となる凹部を前記シリコン単結晶基板のハーフエッチングにより形成する第2工程と、前記ノズル開口に対向する面にハーフエッチングによりノズル連通孔と共通のインク室を連通させる凹部を形成する第3工程と、前記工程により貫通孔、及び凹部が形成されたシリコン単結晶基板の圧力発生室となる凹部側に振動板を、また他方の面にノズルプレートを固定する第4工程とからなるインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項24】 圧力発生室とノズル開口とを接続するノズル連通孔となる貫通孔、及び共通のインク室となる領域に接続孔となる貫通孔をシリコン単結晶基板の両面からの異方性エッチングにより形成する第1工程と、前記貫通孔形成後に圧力発生室及び第1の共通のインク室となる凹部を前記シリコン単結晶基板の一方の面からハーフエッチングにより形成する第2工程と、第2の共通のインク室となる凹部を前記シリコン単結晶基板の他方の面からハーフエッチングにより形成する第3の工程

と、前記工程により貫通孔、及び凹部が形成されたシリコン単結晶基板の第1の圧力発生室となる凹部側に振動板を、また他方の面にノズルプレートを固定する第4工程とからなるインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項25】 前記第2工程と第3工程とのハーフエッチングが前記シリコン単結晶基板の両面から同時に実施される請求項22、23、24に記載のインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、シリコン単結晶基板をスペーサ形成部材に使用したインクジェット式記録ヘッド、及びこれの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ノズル開口が形成されたノズルプレートと振動板とをスペーサの両面に接着して圧力室を形成し、振動板を圧電振動子により変形させる形式のインクジェット式記録ヘッドは、インク滴を飛翔させるための駆動源として熱エネルギーを使用しないから、熱によるインクの変質がなく、特に熱により劣化しやすいカラーインクを吐出させることが可能で、しかも圧電振動子の変位置を調整してインク滴のインク量を自在に調節することが可能であるため、高品質なカラー印刷のためのプリンタを構成するのに最適なヘッドである。

【0003】一方、インクジェット式記録ヘッドを用いてより品質の高いカラー印刷を行おうとすると、一層高い解像度が要求されるため、圧電振動子やスペーサ部材の隔壁等のサイズが必然的に小さくなって、部材の加工や、部材の組立に高い精度が要求される。

【0004】このため、比較的簡単な手法で微細な形状を高い精度で加工が可能なシリコン単結晶基板の異方性エッチングを用いたパーツ製作技術、いわゆるマイクロマシニング技術を適用してインクジェット式記録ヘッドを構成する部材を加工することが検討され、種々な技術や手法が提案されている（例えば、特開平3-187755号公報、特開平3-187756号公報、特開平3-187757号公報、特開平4-2790号公報、特開平4-129745号公報、特開平5-62964号公報）。

【0005】ところで、高い品質でカラー画像や文字を印刷しようとする、ノズル開口の配列密度を高めるばかりでなく、1つのドット自体の面積を画像信号に対応して変化させる、いわゆる面積階調による印刷が要求される。このためには1回のインク滴の吐出のインク量を可及的に少なくし、かつ高速駆動を可能ならしめて1つピクセルに対して複数回のインク滴の吐出ができる記録ヘッドを実現する必要がある。

【0006】このためには、先ず、圧電振動子の変位置を小さくし、かつ瞬時に圧力発生室の容積変化として反映させることが必要となる。そしてつぎに、圧力発生室の小さな容積変化をインク滴の吐出に結び付けるには圧

力発生室内での圧力損失を可及的に小さくする必要がある。圧電振動子の変位を効率良く圧力発生室の容積変化に結び付けるためには圧力発生室の剛性を高めることが重要な要件となり、また圧力発生室での圧力損を小さくするためには、圧力発生室の容積をも可及的に小さくすることが必然的な課題となる。

【0007】圧力発生室の容積を小さくするには開口面積を小さくすることが考えられるが、これに当接する圧電振動子の加工精度等を考慮すると、せいぜいノズル開口の配列ピッチ程度が限界となるから、結局のところ圧力発生室の深さを浅くして容積を縮小する方法を採らざるを得ない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら一方で、組立工程等でのスペーサのハンドリングを考慮すると、シリコン単結晶基板の厚みは少なくとも220 $\mu\text{m}$ 以上が必要で、これより薄いものでは強度が低くて組立工程時に破損が生じるという問題がある。

【0009】このため、圧力発生室は、シリコン単結晶基板をその一方の面だけからエッチングする、いわゆるハーフエッチングを適用することによりシリコン単結晶基板の厚みよりも浅く形成することが可能ではある。しかしながら、他方でシリコン単結晶基板をスペーサに用いる場合には、圧力発生室に対向させてノズルプレートを設け、ノズル開口と圧力発生室とを連通させために、圧力発生室からノズルプレートが設けられる面に連通させるための貫通部の形成が必要となる。

【0010】ところが、周知のように異方性エッチングにより貫通部Hを形成するためには、図14に示したように少なくともシリコン単結晶基板の厚みの約1.7倍（ $\sqrt{3}$ 倍）以上の開口長さを設定する必要があり、基板に220 $\mu\text{m}$ 以上のものを用いると、貫通部の最小長さが380 $\mu\text{m}$ 程度となる。

【0011】これでは連通孔の容積が圧力発生室の容積の増加を引き起こすことになるばかりでなく、この連通孔がシリコン単結晶基板の厚み、つまり220 $\mu\text{m}$ で、かつ長手方向の長さが380 $\mu\text{m}$ にもなるから、高密度で圧力発生室を配列した場合のように圧力発生室の隔壁を薄くせざるを得ない場合には、隔壁の剛性が低下してしまうという問題がある。

【0012】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは可及的に厚いシリコン単結晶基板を母材として、これの厚みよりも浅い圧力発生室を備えた新規なインクジェット式記録ヘッドを提供することである。

【0013】本発明の他の目的は上記インクジェット式記録ヘッドの製造方法を提案することである。

【0014】

【課題を解消するための手段】このような問題を解消するために本発明においては、シリコン単結晶基板の異方

性エッチングにより圧力発生室、インク供給口及び共通のインク室が形成されたスペーサに、該スペーサの一方の面に前記圧力発生室に一致したピッチでノズル開口が穿設されたノズルプレートと、他方の面に前記圧力発生室を膨張収縮させる振動板とを設けたインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧力発生室が前記シリコン単結晶基板のハーフエッチングによる凹部として形成され、また前記圧力発生室と前記ノズル開口とを接続するノズル連通孔が前記シリコン単結晶基板のフルエッチングにより前記圧力発生室よりも幅が狭い貫通孔として形成され、さらに前記共通のインク室が前記シリコン単結晶基板のフルエッチングによる貫通孔または、ハーフエッチングによる凹部として形成するようにした。

【0015】

【作用】圧力発生室を凹部とすることによりその容積を可及的に小さくし、かつ他面側のノズル開口とはノズル連通孔により接続して、インク滴の吐出に関する実効容積を小さくし、かつ貫通孔が占める割合を少なくしてシリコン単結晶基板の剛性を生かす。

【0016】

【実施例】そこで以下に本発明の詳細を図示した実施例に基づいて説明する。図1、図2は、それぞれ本発明の一実施例を圧力発生室1近傍の断面構造でもって示すものであり、また図3はスペーサの上面構造を示すものであって、図中符号2は、本発明が特徴とするスペーサで、所定の結晶方位、例えば表面に結晶方位(110)を持つシリコン単結晶基板を母材として構成されており、一方の面にはスペーサ2の厚みよりも深さD1が小さい圧力発生室1、及びインク供給口3が形成されている。

【0017】またインク供給口3に連通して他側に貫通する貫通孔として形成された共通のインク室4が設けられており、さらに圧力発生室1の他端には圧力発生室1とノズル開口5とを接続する後述の貫通孔からなるノズル連通孔6が形成され、これのノズルプレート7側にはノズル開口5と接続の自由度を高めるために、ノズル開口5の直径 $\phi$ よりも大きく、かつ圧力発生室の幅W2よりも小さな幅W4で、またその深さが圧力発生室1の深さD1と同程度の深さD2をもつ凹部8が形成されている。

【0018】インク供給口3は、圧力発生室1の深さD1と同じ深さの凹部として形成されているが、その幅W1を圧力発生室1の幅W2のほぼ1/2程度に狭くされていて、圧力発生室1で加圧されたインクがノズル開口5から可及的に多く吐出できるように構成されている。

【0019】これら圧力発生室1、インク供給口3、及び凹部8は、スペーサ1の母材となるシリコン単結晶基板を一方の面からだけ異方性エッチングを施して所定の厚みD1、D2となった時点でエッチングを停止するいわゆるハーフエッチングにより形成されている。

【0020】一方、共通のインク室4は、同一列の圧力発生室1、1、1……の全てをカバーできる程度の大きな開口面積が必要であるから、シリコン単結晶基板を両面から貫通するまで異方性エッチングするいわゆるフルエッチングにより貫通孔として形成されている。

【0021】他方、圧力発生室1とノズルプレート7のノズル開口5とを接続するノズル連通孔6は、圧力発生室1の長手方向に延び、かつ貫通させるに必要な長さL(Lはシリコン単結晶基板の厚みの $\sqrt{3}$ 倍以上)を圧力発生室1の長手方向に求めて幅W3を可及的に狭く抑えながらフルエッチングにより形成されている。

【0022】またノズル連通孔6を隔てる壁の厚みW5がノズル連通孔6の幅W3より大きくなるように形成するのが好ましく、例えばノズル連通孔6を構成している貫通孔の幅W3を70 $\mu$ m以下に、またノズル連通孔6を隔てる壁の厚みW5を70 $\mu$ m以上の範囲で選択し、圧力発生室1の深さD1を60 $\mu$ m以下に選択すると、圧力発生室1のコンプライアンスを可及的に小さくできて、直径25 $\mu$ mのノズル開口から10ナノグラム(10のマイナス6乗立方mm)程度のインク滴を秒速7メートル以上の速度で吐出、飛翔させることが可能となる。

【0023】このように構成されたスペーサ2の一方の面に圧力発生室側に振動板10が、また他方の面にノズルプレート7が固着されて流路ユニットに纏められた上で、振動板10に後述する圧電振動子11が設けられて記録ヘッドとして構成される。

【0024】この振動板10は、変形可能な薄肉部10aと、圧電振動子11の振動を効率よく圧力発生室全体に伝達するために厚肉部10bとから構成されていて、厚肉部10bに縦振動モードの圧電振動子11の先端が固定されている。

【0025】この実施例において、圧電振動子11を伸長させるための駆動信号を印加すると、振動板10が圧力発生室1側に変位して圧力発生室1を収縮させる。これにより、圧力発生室1のインクが加圧されてノズル連通孔6を経由してノズル開口5からインク滴として吐出する。

【0026】ところで、圧力発生室1は、スペーサ2の厚みよりも小さな深さD1を備え、しかもノズル連通孔6となる貫通孔の幅W3が狭いから、圧力発生室1の実質的な容積、つまり圧電振動子11の伸長、収縮によるインクの圧力変化に関与できる容積が小さくなり、その分だけスペーサ2の剛性が大きくなる。

【0027】したがって微小な変位量でしかも衝撃的に印加される圧電振動子11からの変位が、圧力発生室1を区画する壁やインクで吸収される割合が小さく抑えられて、圧力発生室1の容積変化に効率良く変換されることになり、インク量の少ないインク滴を所定の速度で確実に吐出させることができる。

【0028】また圧力発生室1は、上述したように実効

容積が小さいため、高速駆動可能な縦振動モードの圧電振動子11に十分に追従できてインク滴吐出の繰り返し周波数が高くなる。したがって、画像信号の濃度に対応して同一箇所に着弾させるインク滴の数を制御することができる。

【0029】さらに、圧力発生室1の深さD1がスペーサ2の厚みに比較して小さいため、圧力発生室1を貫通孔として形成している従来の記録ヘッドに比較して全体の強度が高くなり、圧電振動子11の伸縮に対しても従来起こりがちであったヘッド全体の変形を防止できる。

【0030】これらがあいまって本願発明の記録ヘッドは、1画素分の印字信号に対して微小なインク滴を同一の箇所に一定の速度で、かつ高い位置精度で記録用紙に着弾させることができることになり、面積階調での印刷が可能となる。

【0031】次に、上述した記録ヘッドの製造方法について説明する。図4(I)において符号20は、結晶方位(110)を表面に有し、組立工程において容易にハンドリングできる程度の厚み、例えば220 $\mu$ mのシリコン単結晶基板で、その両面には貫通孔となる領域、この図ではノズル連通路6を形成する領域に窓21、22を有している。

【0032】そして圧力発生室1、及びノズル開口5との接続用の凹部8に対応する部分には、貫通孔形成に耐える程度の薄い層23a、24aを、また圧力発生室1の隔壁となる領域には厚い層23b、24bの2段階の厚みを備えた二酸化珪素膜(SiO<sub>2</sub>)が形成されている。

【0033】この状態でシリコン単結晶基板20を濃度25wt%程度で温度80℃に維持されたKOHの水溶液に浸漬すると、窓21、22の両面から異方性エッチングが開始され、共通のインク室4やまたノズル連通路6となる貫通孔25が形成される(図4(II))。

【0034】ついで二酸化珪素膜(SiO<sub>2</sub>)をその厚みが半分程度になるようにエッチングして圧力発生室1となる領域、及びノズル開口5との接続用の凹部8となる領域26、27を露出させて(図4(III))、上述と同様の酸化シリコンエッチング液により異方性エッチングを実行する。

【0035】異方性エッチングが所定深さD1、D2に到達した時点でエッチングを停止することにより、一方の面に圧力発生室1、及びインク供給口3となる浅い凹部28が、また他面にノズル開口5と連通する連通用の凹部8となる凹部29が形成される(図4(IV))。

【0036】これにより、圧力発生室1、インク供給口3、及びノズル開口連通用の凹部8が浅い凹部として形成され、また一方の面に形成された圧力発生室となる凹部28からシリコン単結晶基板2を貫通して他面のノズル開口との連通用の凹部29まで到達し、かつ圧力発生室1の幅W2に比較して幅W3の狭い貫通孔6が形成さ

れる。そして不要な二酸化珪素膜(SiO<sub>2</sub>)30、31を除去し、必要に応じて再度全表面に二酸化珪素膜を形成した後、一方の面に振動板10を、また他方の面にノズルプレート7を接着剤で固定することにより流路ユニットが完成する。

【0037】この実施例においては、二酸化珪素膜(SiO<sub>2</sub>)を2段階の厚みに形成しているため、マスクの位置合わせ工程が1度で済み、凹部28、29と貫通孔25との相対的位置を高い精度で形成することができる。

【0038】なお、この実施例においてはノズル開口5と連通路6との接続の自由度を高めるために接続用の凹部8を形成しているが、インク吐出の機能には直接関与しないから、必要に応じて形成すればよい。

【0039】また上述の実施例においてはノズル連通路を圧力発生室1領域の内に形成するようにしているが、図5に示したように先端6aを圧力発生室1の領域外に形成することにより、圧力発生室1の長手方向のサイズを短くしてその容積を可及的に小さくすることができる。

【0040】さらに、上述の実施例においては、ノズル開口5との連通用の凹部8をノズル開口5の近傍にだけ限定して形成しているが、図6に示したように圧力発生室1やインク供給口3と同様に一端35aが共通のインク室4に連通し、また他端35bがノズル開口5に対向する領域まで延びる、ほぼ圧力発生室1の幅W2、または凹部8の幅W4と同程度の凹部35として形成することにより、ノズル開口5との接続の自由度を高めつつ、この凹部35を第2のインク供給口として利用してインク滴吐出後における圧力発生室1へのインクを表面及び裏面の両面から行うことができる。

【0041】図7、図8は、本発明のインクジェット式記録ヘッドに使用するスペーサの他の実施例を示すもので、図中符号40は、表面の結晶方位(110)を有するシリコン単結晶基板を母材とするスペーサで、一方の面には凹部として形成された圧力発生室41、インク供給口42が前述と同様の異方性エッチングにより形成されている。

【0042】また圧力発生室41の一方の隔壁に沿ってほぼ圧力発生室41の幅の半分程度の幅で、圧力発生室41のノズル開口側の半分からノズル開口5が位置する領域に延びる部分43aと、ノズル開口5に対向する領域で圧力発生室41の幅に一致する部分43bとからなる略「L」字状の貫通孔からなるノズル連通路43が形成されている。

【0043】このようにノズル連通路43を圧力発生室41の一方の隔壁に一致させ、かつ圧力発生室41のノズル開口側の先端で拡幅させることにより、圧力発生室41の幅を可及的に小さく、貫通孔の長さを短く形成することが可能となる。

【0044】この実施例においても前述したものと同様



にノズル連通孔43を隔てる壁の厚みW5がノズル連通孔43の幅W3より大きく形成されていて、好ましくはノズル連通孔43を構成している貫通孔の幅W3を70 $\mu$ m以下に、またノズル連通孔43を隔てる壁の厚みW5を70 $\mu$ m以上の範囲で選択し、ハーフエッチングで形成される圧力発生室1の深さを60 $\mu$ m以下に選択すると、圧力発生室41のコンプライアンスを可及的に小さくできて、直径25 $\mu$ mのノズル開口から10ナノグラム(10のマイナス6乗立方mm)程度のインク滴を秒速7メートル以上の速度で吐出、飛翔させることが可能となる。

【0045】図9、図10は、それぞれ上述のノズル連通孔43の形成方法の一実施例を、圧力発生室近傍に例を採って示すものであって、図中ハッチングにより示す領域はエッチング保護膜を示している。

【0046】このエッチング保護膜は、圧力発生室内、ハーフエッチングにより凹部として形成する領域にはエッチング保護膜50が、また貫通孔として形成すべきノズル連通孔43のはば中央には細長く伸び、先端51aが斜めに形成された保護膜51が、さらにはノズル開口を取り囲むように形成される領域には、その貫通孔を分けるように細長く伸びる保護膜52が、それぞれシリコン単結晶基板の両面に位置合わせして設けられている。

【0047】このように形成されたシリコン単結晶基板を異方性エッチング液に浸漬して両面から異方性エッチングを開始すると、保護膜が形成されていない領域がエッチングを受け、同時に保護膜51で保護されている領域の先端51aもエッチングを受ける(図9(II))。

【0048】このようにして両面からのエッチングが貫通すると、保護膜51により保護されていた領域も同時にエッチングを受けてその先端51aが保護膜52の位置に到達する(図9(III))。

【0049】さらにエッチングを行って保護膜51の後端側51bと保護膜52とに保護されている部分を切り離す(図(IV))。

【0050】圧力発生室となる面の残っているエッチング保護膜50、52、51bを除去してから(図10(I))、この面から再び異方性エッチングを施して、圧力発生室として最適な深さまでエッチングが進んだ段階でエッチングを停止すると、圧力発生室、及びインク供給口となる凹部が形成され、同時に圧力発生室の先端側に残っていた部分61、62も除去されて貫通孔が完成する(図10(II))。

【0051】なお、上述の実施例のおいても圧力発生室と対向する裏面に共通のインク室4からノズル開口5に至る凹部(図6における符号35で示す凹部)を形成することにより、共通のインク室4からのインクを表裏両面から圧力発生室1に供給することができる。

【0052】ところで上述の実施例においては、共通の

インク室4を貫通孔として形成するようにしているが、インク滴のインク量をより少なくし、また高速駆動を可能ならしめるには圧力発生室を貫通孔ではなく、スペース2に底部を有する凹部として構成させるのが望ましい。

【0053】すなわち、図11(イ)、(ロ)に示したように振動板に対向する面には各圧力発生室1、41に接続する全てのインク供給口3、42と連通する凹部からなる第1の共通のインク室71、81を、またノズルプレート7と対向する面には前記第1の共通のインク室71、81とあいまって印刷に必要なインクを賄う容積を確保できる程度の凹部からなる第2の共通のインク室72、82を形成する。

【0054】これら第1、第2の共通のインク室71と72とを、及び81と82とを連通させるようにこれらが対向する領域の適当な位置に貫通孔からなる接続孔73、83を設けて第1、第2の共通のインク室71、72、及び81、82のインクの流動性の向上を図るようにする。

【0055】なお、図中符号35、84は、それぞれノズル開口5とノズル連通孔6、43とを接続する凹部を第2の共通のインク室72、82にまで延長した凹部を示す。

【0056】この実施例によれば、振動板10またはノズルプレート7側の第1の共通のインク室71、81または第2の共通のインク室72、82にインクタンクからインクを供給すると、接続孔73、83を介して他方の共通のインク室72、82または71、81にインクが流れ込み、これら2つの共通のインク室71、72、及び81、82の合計の容積により印刷に必要なインクをインク供給口3、42からだけ、または凹部35、84とノズル連通孔6、43をも使用して圧力発生室1、41に供給することができる。

【0057】また、スペース2、40に占める貫通孔の占有面積が減ると、スペース2、40の剛性が高くなるため、組立作業が容易になるばかりでなく、印刷時の圧電振動子11の変位に起因する記録ヘッド全体の曲がりを抑えて記録媒体への着弾位置の精度を向上することができる。

【0058】さらにスペース2、40の剛性が大きくなった分、ノズルプレート7に頼っていた分の剛性を減らしてノズルプレート7を薄くすることができるため、ノズル開口5の流路長方向の抵抗が小さくなり、したがってその口径を25 $\mu$ mよりもさらに小さくできて微量のインク滴吐出に適したノズル開口を形成することが容易となる。

【0059】なお、上述の実施例ではノズル開口5と連通する凹部35、84を第2の圧力発生室72、82にまで延長しているが、図12(イ)、(ロ)に示したようにノズル開口5とノズル連通孔6、43を連通させる

に十分なサイズの凹部75、85として形成してもよい。

【0060】これら図11、図12に示したスペーサ2、40は、先ずノズル連通孔6、43となる貫通孔、及び第1の共通のインク室71、81と第2の共通のインク室72、82とを接続する接続孔73、83となる貫通孔をシリコン単結晶基板の両面から異方性エッチングにより形成する。

【0061】次いで圧力発生室1、41、インク供給口3、42、及び第1の共通のインク室71、81となる凹部をシリコン単結晶基板の一方の面からハーフエッチングにより形成する。

【0062】さらに第2の共通のインク室72、82、及びノズル連通孔6、43とノズル開口5との接続を容易にするための凹部75、85を上記ハーフエッチングと同時に、または別工程として実行する。

【0063】上述の実施例においてはノズルプレート7の側に第2の共通のインク室72、82を設けているが、一方の面の凹部で共通のインク室として十分な容積が確保できる場合には図13（イ）、（ロ）に示したように圧力発生室1、41が形成されている面だけに共通のインク室71、81を設けてもよい。

【0064】この実施例によれば、離散的に存在するノズル連通孔6、43だけが貫通孔となるため、スペーサ2、40を構成するシリコン単結晶基板のそのものに近い剛性を生かすことができ、ノズルプレート7の薄型化やノズル開口5のさらなる縮小化を図ることができる。

【0065】上述の図13に示したスペーサ2、40は、先ずノズル連通孔6、43となる貫通孔をシリコン単結晶基板の異方性フルエッチングにより形成し、次いで圧力発生室1、41、インク供給口3、42、及び共通のインク室71、81となる凹部をシリコン単結晶基板の一方の面から異方性ハーフエッチングにより形成し、さらにノズル連通孔6、43とノズル開口5との連通を図る凹部75、85を上記ハーフエッチングと同時に、または別工程としてハーフエッチングすることにより形成することができる。

【0066】このように凹部として構成されている第1の共通のインク室71、81、インク供給口3、42、及び圧力発生室1、41は、同一面のハーフエッチングにより形成されるため、第1の共通のインク室71、81の深さD3、D4と圧力発生室1、41の深さD5、D6とは同一の深さとなる。

【0067】また同じく凹部として構成されている第2の共通のインク室72、82、及びノズル開口5との接続を容易にする凹部75、85はシリコン単結晶基板の他方の同一面のエッチングとして形成されるため、第2の共通のインク室72、82の深さD7、D8と凹部75、85の深さD9、D10とは同一の深さとなる。

【0068】

【発明の効果】以上、説明したように本発明においては、圧力発生室を凹部としてシリコン単結晶基板のハーフエッチングにより、また圧力発生室とノズル開口とを接続するノズル連通孔を圧力発生室よりも幅が狭い貫通孔として形成したので、ノズル開口の高密度配列に対応できるばかりでなく、組立工程での破損を防止でき、さらには駆動時におけるヘッドの変形を防止して印字品質の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のインクジェット式記録ヘッドの一実施例を、圧力発生室の配列方向の断面構造で示す図である。

【図2】同上インクジェット式記録ヘッドの圧力発生室の長手方向の断面構造を示す図である。

【図3】同上インクジェット式記録ヘッドのスペーサの一実施例を示す上面図である。

【図4】図（I）乃至（IV）は、それぞれ同上記録ヘッドにおけるスペーサの製造方法を示す図である。

【図5】図（イ）、（ロ）はそれぞれ、本発明の他の実施例をスペーサの上面構造と、断面構造でもって示す図である。

【図6】本発明の他の実施例をスペーサの断面構造でもって示す図である。

【図7】図（イ）、（ロ）は、それぞれ本発明の他の実施例をスペーサの上面構造、及び断面構造で示す図である。

【図8】同上スペーサの圧力発生室の配列方向における断面構造を示す図である。

【図9】図（I）乃至（IV）は、それぞれ異方性エッチングにより共通のインク室やノズル連通孔となる貫通孔を形成する工程を示す図である。

【図10】図（I）、（II）は、それぞれ異方性エッチングにより圧力発生室やインク供給口をなす凹部を形成する工程を示す図である。

【図11】図（イ）、（ロ）はそれぞれ共通のインク室を凹部として構成した本発明の他の実施例を、スペーサの圧力発生室の長手方向の断面構造でもって示す図である。

【図12】図（イ）、（ロ）はそれぞれ共通のインク室を凹部として構成した本発明の他の実施例を、スペーサの圧力発生室の長手方向の断面構造でもって示す図である。

【図13】図（イ）、（ロ）はそれぞれ共通のインク室を凹部として構成した本発明の他の実施例を、スペーサの圧力発生室の長手方向の断面構造でもって示す図である。

【図14】シリコン単結晶基板の異方性エッチングにより形成される貫通孔の一例を示す図である。

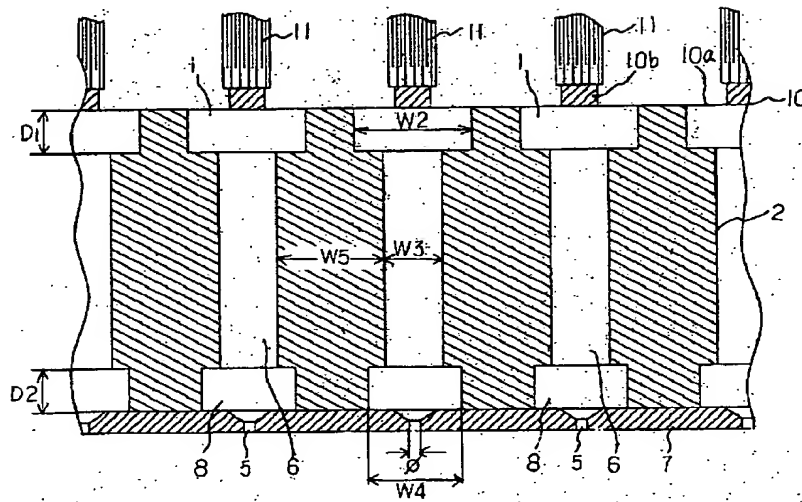
【符号の説明】

- 1 圧力発生室  
2 シリコン単結晶基板からなるスペーサ  
3 インク供給口  
4 共通のインク室  
5 ノズル開口

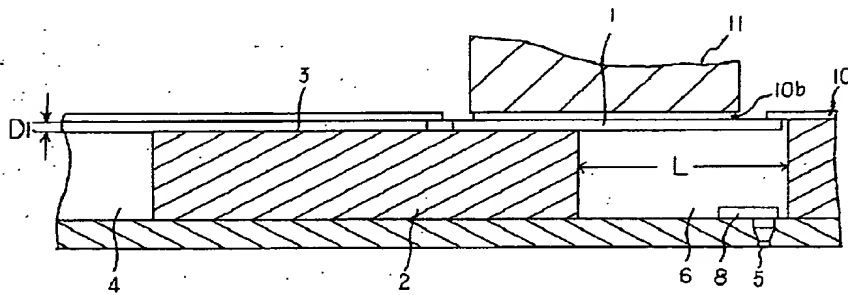
- \* 6 ノズル連通孔  
7 ノズルプレート  
10 振動板  
11 圧電振動子

\*

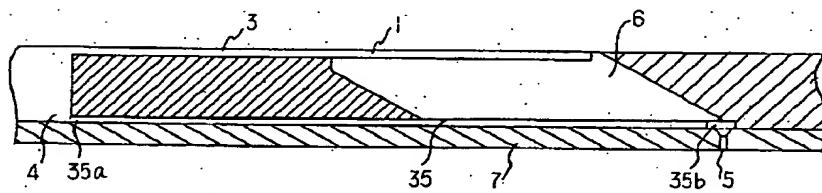
【図1】



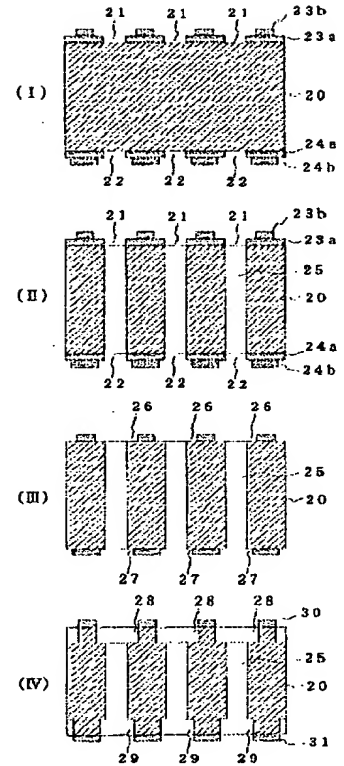
【図2】



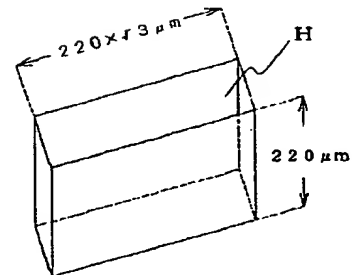
【図6】



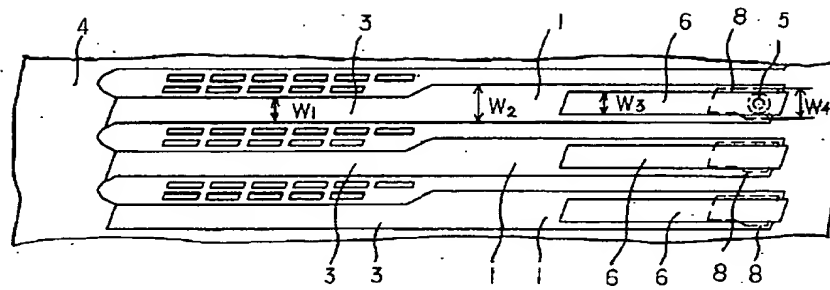
【図4】



【図14】

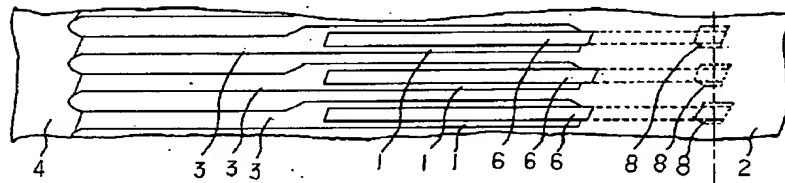


【図 3】

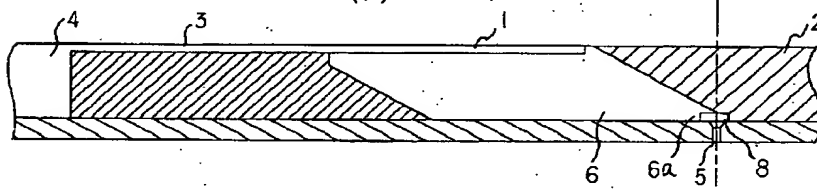


【図 5】

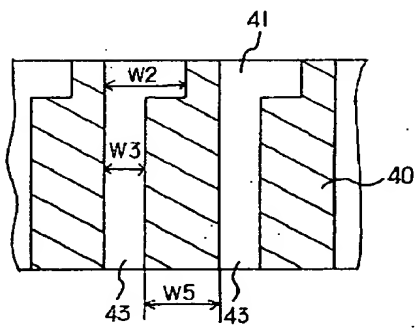
(イ)



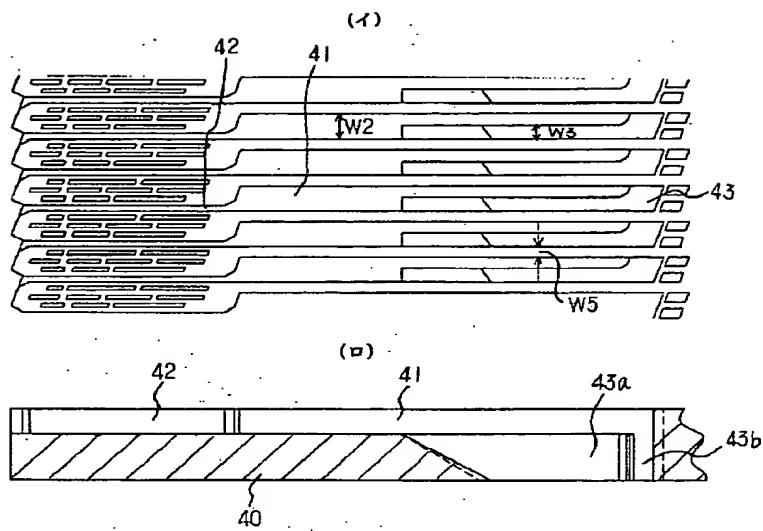
(ロ)



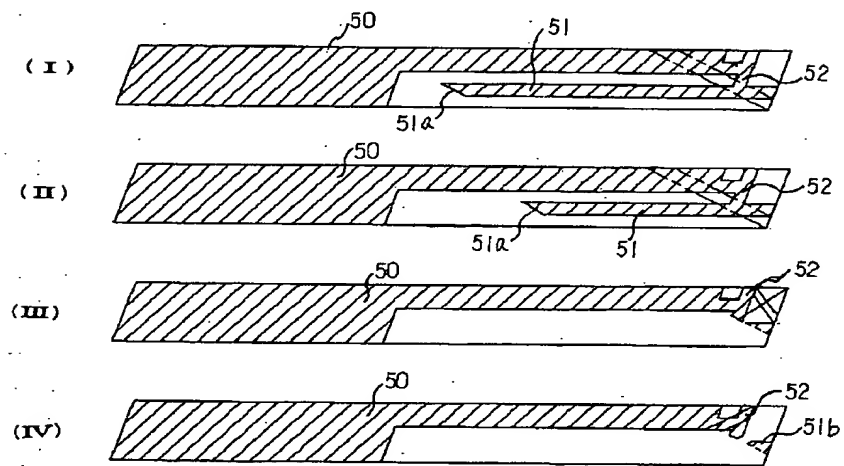
【図 8】



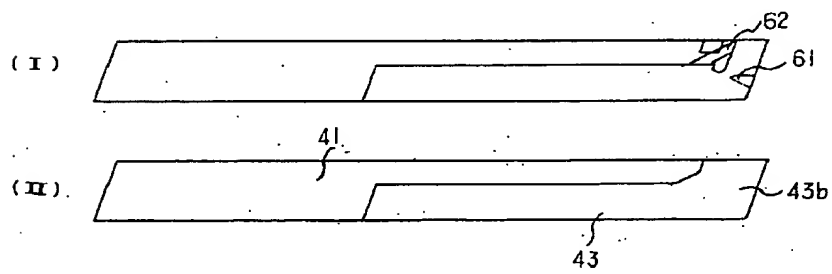
【図7】



【図9】

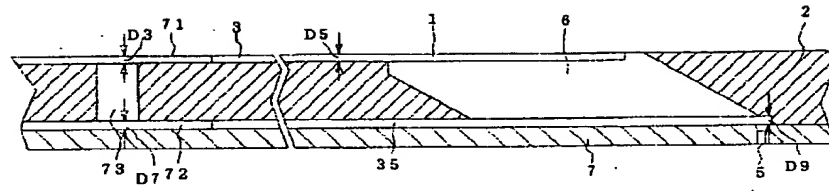


【図10】

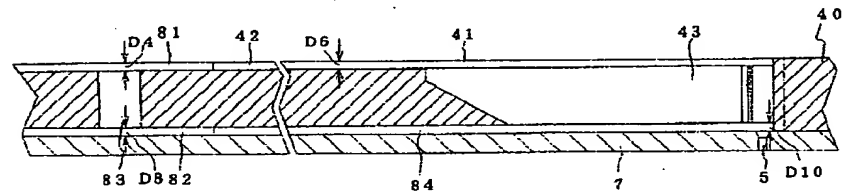


【図11】

(イ)

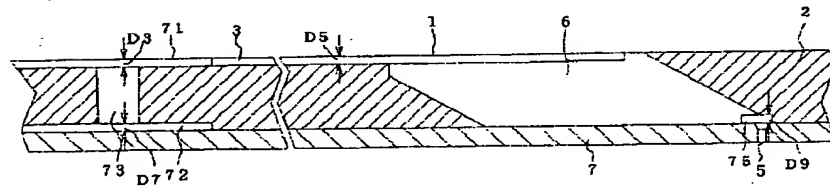


(ロ)

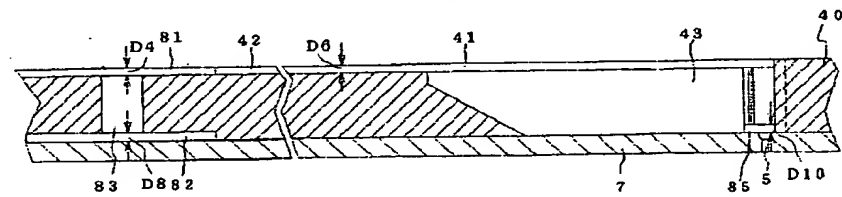


【図12】

(イ)

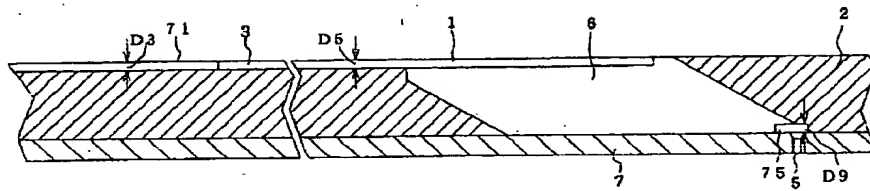


(ロ)



【図13】

(イ)



(ロ)

